

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hidrogen adalah unsur yang terdapat dialam dengan kandungan terbesar, tetapi hanya sedikit terkandung di bumi. Dari analisis spectrum sinar yang dipancarkan oleh bintang, disimpulkan bahwa bintang terutama terdiri dari hidrogen. Hidrogen sangat reaktif sehingga di bumi hidrogen terdapat sebagai senyawa air mengandung hidrogen sebanyak 11,1%.

Minyak cream merupakan minyak turunan dari cpko yang telah di olah melalui *fractionation desmet* untuk di pisahkan cks dan ckl nya, kemudian ckl akan diolah oleh *refinery semicont* untuk di kurangi kadar air, kadar asam, dan kadar pengotor sehingga di hasilkan minyak rkl. Minyak RKL ini lah yang kemudian akan diolah oleh *hydrogenation plant* sehingga menjadi produk minyak cream.

Bilangan iodoium merupakan suatu ukuran dari ketidakjenuhan yang terkandung pada minyak kelapa sawit dan minyak inti kelapa sawit. Bilangan iodium adalah jumlah (gram) iod yang dapat diikat oleh 100 gram lemak (Ketaren, 2005 dalam Hasibuan dan Donald Siahaan, 2021). Bilangan iodium merupakan parameter yang sangat penting di industri minyak kelapa sawit dan dapat digunakan sebagai panduan pada proses pengolahan minyak kelapa sawit. Metode yang umum untuk menentukan bilangan iodium adalah *Wijs* dan selalu menjadi standar di dalam pengembangan beberapa metode analisa bilangan iodium (Haryati T., Che Man YB., Ghazali HM. dan L., 1998).

PT. Permata Hijau Palm Oleo (PHPO) adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pengolahan minyak kelapa sawit dan minyak inti kelapa sawit. Perusahaan ini didirikan pada tahun 1984. PT. Permata Hijau Palm Oleo (PHPO) adalah perkebunan kelapa sawit, biodiesel dan oleo chemical. Produk-produk hasil olahan kelapa sawit tersebut semuanya ditujukan ke pasar luar negeri (ekspor). Perusahaan ini memproduksi berbagai macam jenis minyak turunan dari CPO dan CPKO beserta dengan kemasannya yang dipasarkan di berbagai negara seperti Singapura, Arab Saudi, Afganistan dan beberapa negara di Amerika Latin.

Selama melakukan penelitian di PT. Permata Hijau Palm Oleo (PHPO) penulis menemui beberapa permasalahan dalam proses penurunan bilangan iodium yang di tandai dengan kenaikan temperatur produk minyak pada Plant *Hydrogenation* serta mendapatkan data terkait kenaikan temperatur minyak pada saat proses penurunan bilangan iodium pada produk minyak cream 400 (Bilangan iodium 1), minyak cream 360 (Bilangan iodium 4), minyak cream 320 (Bilangan iodium 8,7-9,2) pada proses *Hydrogenation* di PT PHPO Belawan.

Disamping itu penurunan bilangan iodine juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang sangat berpengaruh dalam penurunan bilangan iodine. Hal itu dapat terlihat jelas pada saat proses *hydrogenase* saat mula proses *hydrogenase*, perlu dilakukan dan dipastikan agar pelarutan katalis dilakukan secara sempurna, kemudian pembukaan *full valve flow injection*, dengan begitu temperatur dan tekanan akan meningkat, hal ini sangat diperlukan untuk dapat menurunkan bilangan iodine, kegunaan dari bilangan iodine ini diperlukan kesesuaian standar yang diminta oleh *customer* terhadap hasil olahan untuk di proses ke tahap berikutnya, sehingga sangatlah penting untuk dapat perhatian dan pengendalian khusus dari bilangan iodine yang disesuaikan terhadap permintaan.

Permasalahan yang sering terjadi pada saat pengolahan minyak cream ialah yang mana produk minyak *cream* tidak terjadi penurunan bilangan iodium yang mana penurunan bilangan iodium itu merupakan pertanda keberhasilan dari proses *hydrogenation*. Yang menjadi masalah ketika awal proses *hydrogenase* yang dilakukan, katalis sering tidak terlarut secara sempurna yang dapat mengakibatkan temperatur tidak naik, tekanan yang melampaui maksimal, *flow inject H₂* yang terhenti sehingga membuat produk minyak *cream* menjadi jenuh.

Oleh karena perbedaan kenaikan temperatur yang dapat terlihat jelas pada proses pengolahan minyak cream pada *plant Hydrogenation* itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui perbedaan kenaikan temperatur minyak dalam menurunkan bilangan iodium, Berdasarkan permasalahan maka penulis tertarik untuk membahas **“Perbandingan Rata-Rata Kenaikan Temperatur Produk Minyak Cream Pada Proses Hydrogenation Dengan Menggunakan Metode**

One Way Anova Di PT Permata Hijau Palm Oleo Belawan” sebagai judul Skripsi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbedaan rata-rata kenaikan temperatur dari jenis produk minyak cream 400, 360, 320 yang dianalisis?
2. Apa saja yang menjadi faktor untuk mempercepat penurunan bilangan iodium dari proses *hydrogenase* di PT. PHPO?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan, maka ditetapkan tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perbedaan dari temperatur setiap produk minyak yang dianalisis
2. Mengidentifikasi faktor percepatan penurunan bilangan iodium pada proses *hydrogenase* di PT. PHPO

1.3.2. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, maka ditetapkan manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberi tahu pembaca perbedaan rata rata temperatur dari produk minyak yang dianalisis
2. Memberi tahu pada pembaca faktor yang dapat mempercepat penurunan bilangan iodium di PT. PHPO

1.4. Asumsi dan Batasan Masalah

1.4.1. Asumsi masalah

Asumsi yang dikemukakan pada penelitian ini adalah : hanya untuk melihat proses Plant hydrogenation dalam menurunkan bilangan iodium yang dilihat dari kenaikan temperatur pada minyak inti kelapa sawit, pelaksanaan pengujian dilakukan dengan kondisi peralatan yang berfungsi dengan keadaan baik. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data

yang dimiliki oleh *Plant Hydrogenation* PT. PHPO selama bulan Oktober tahun 2023.

1.4.2. Batasan masalah

Dalam penelitian ini ditetapkan pembatasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada produk minyak *cream hydrogenation* yang dihasilkan di PT. PHPO
2. Penambahan jumlah katalis dan banyaknya jumlah penginjeksian gas H₂ yang tidak menjadi tolak ukur penelitian.
3. Proses pengujian dapat memberikan gambaran dari keterkaitan faktor yang mempercepat penurunan bilangan iod dari proses *hydrogenase* yang dilakukan.

1.5. Sistematika Penulisan

Agar dalam penyusunan laporan penelitian ini dapat tersaji secara sistematis, maka dilakukan sistematika penulisan laporan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, asumsi dan batasan masalah, sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir serta metode penelitian yang digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisa data yang digunakan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Dalam bab ini membahas tentang pengumpulan data yang diperoleh dan ang diperlukan dalam pemecahan masalah serta pembahasan tentang hasil-hasil analisa dari data yang diperoleh di tempat penelitian.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digukan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan dan analisa data yang telah diperoleh, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas karya akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Turunan Dari Tanaman Kelapa Sawit

Bagian utama yang diolah dari kelapa sawit ialah buahnya. Buah kelapa sawit akan diolah di pabrik dan menghasilkan ekstrak berupa minyak nabati. Minyak nabati yang dihasilkan dari buah kelapa sawit terdiri dari CPO (*Crude Palm Oil*) atau sering dikenal sebagai minyak sawit kasar yang berasal dari daging buah (*mesocarp*) dan PKO (*Palm Kernel Oil*) yang berasal dari inti buah kelapa sawit (*endocarp*) yang kadarnya akan terus meningkat selama proses pematangan buah (Sujadi, Hasibuan, H. A., & Rivani, 2017).

Minyak nabati yang dikonsumsi di Indonesia pada umumnya dalam bentuk produk hilir, seperti *oleochemical* sedangkan ekspor dalam bentuk minyak nabati. Namun, kinerja ekspor minyak nabati tersebut (PKO) cenderung menurun jika dibandingkan dengan pertumbuhan ekspor seluruh produk dunia. Salah satu hal yang dapat dilakukan pemerintah terkait hal tersebut adalah dengan memperbaiki mutu minyak PKO, khususnya untuk kadar asam lemak bebas, air, dan kotoran (Rantawi, A. B., Mahfud, A., & Situmorang, 2017).

Minyak inti sawit (*palm kernel oil*, PKO) merupakan salah satu jenis minyak dan lemak yang diperoleh dengan cara ekstraksi inti sawit. Pada temperatur ruang, PKO berbentuk cair dan dapat difraksinasi berdasarkan perbedaan kelarutan antara komponen trigliserida. Produk fraksinasinya adalah fraksi cair dan semi padat yang disebut dengan palm kernel olein (PKO) dan *palm kernel stearin* (PKS). Fraksinasi PKO dapat dilakukan dengan cara fisika dan kimia, fraksinya dapat digunakan sebagai bahan baku produk pangan diantaranya margarin, cocoa butter substitute, shortening, lemak plastis lainnya dan produk non pangan seperti *fatty acid*, *fatty alcohol*, dan *fatty metil ester*. Pada produk pangan, PKO dan fraksinya harus dirafinasi dan umumnya dilakukan secara fisika (kering) untuk menghasilkan *refined bleached deodorized palm kernel oil* (RBDPKO), *refined bleached deodorized palm kernel olein* (RBDPKI), *refined bleached deodorized palm kernel stearin* (RBDPKS) (Zainal, 1999; Gunawan, 2008)

Industri minyak sawit menghasilkan beberapa produk sampingan antara lain minyak inti sawit. Salah satu produk samping industri pengolahan buah sawit menjadi minyak sawit kasar (CPO) adalah minyak inti sawit atau PKO (*palm kernel oil*) yang banyak digunakan sebagai bahan baku pada berbagai industri pangan dan non pangan. Minyak inti sawit berwarna kuning, dihasilkan dari ekstraksi terhadap daging buah biji (inti) sawit. Proses pengolahan inti sawit menjadi minyak inti sawit tidak terlalu rumit bila dibandingkan dengan proses pengolahan buah sawit .

Mutu minyak inti sawit dipengaruhi oleh kadar air, kadar kotoran dan asam lemak bebas. Kandungan air pada minyak inti sawit dipengaruhi oleh proses pengolahan dari minyak sawit. Kandungan air pada minyak berbanding terbalik dengan kualitas minyak. Semakin tinggi kandungan air maka akan semakin rendah kualitas minyak dan sebaliknya. Penurunan kualitas tersebut disebabkan proses hidrolisa oleh minyak inti kelapa sawit. Faktor lain ialah kadar asam lemak bebas pada minyak. Kadar asam lemak bebas yang melebihi standar dapat menurunkan kualitas minyak. Hal tersebut disebabkan oleh reaksi hidrolisa minyak (Maimun, T., Arahman, N., Hasibuan, F. A., & Rahayu, 2017). Selain faktor kimiawi, kadar asam lemak bebas juga dapat disebabkan dari faktor manusia, seperti: ketelitian pekerja, kesalahan dalam pemanenan, kurang optimalnya proses perebusan, dan keterlambatan pengangkutan TBS (Yulianto, 2019).

Minyak yang diperoleh dari pabrik ialah minyak inti kelapa sawit mentah. Minyak inti kelapa sawit mentah tersebut kemudian dimurnikan dengan beberapa tahapan seperti *degumming*, *bleaching*, dan *deodorizing*. Setelah tahap pemurnian minyak, selanjutnya dilakukan pengujian mutu minyak.

2.2 Hidrogen

Proses hidrogenasi ditemukan pada Tahun 1903 oleh Norman. Penemuan hidrogenasi katalitik minyak nabati memungkinkan minyak cair dikonversikan menjadi padat dan semi padat dengan konsistensi tertentu yang sesuai untuk aplikasi pembuatan produk-produk margarin, *shortening*, *Cocoa Butter Substitute*, dan lain-lain. Menurut Purwiyatno (2011), hidrogenasi adalah proses penjenuhan untuk meningkatkan stabilitas oksidatif titik-titik lelehnya. Tergantung dari tingkat hidrogenasinya, minyak dapat dimodifikasi menjadi aneka minyak dengan berbagai

kekerasan, sehingga berpeluang untuk diaplikasikan untuk tujuan yang beragam pula. Dengan pengendalian proses hidrogenasi, salah satu minyak nabati, yang cukup potensial untuk dikembangkan adalah minyak inti sawit (PKO) (titik leleh sekitar 27- 280C), bisa dihasilkan produk terhidrogenasi dengan titik leleh beragam, mulai dari 32-41°C. (Tjeng, 2011).

Proses hidrogenasi dapat dilakukan secara parsial (sebagian) atau penuh (full). Indikator hidrogenasi terjadi secara penuh adalah asam oleat, linoleat dan linolenat menjadi habis karena berubah menjadi asam stearat. Pada hidrogenasi penuh, asam lemak trans tidak terdeteksi. Sedangkan pada umumnya, hasil proses hidrogenasi parsial akan terbentuk *trans fatty acid* (FFA) yang tidak diinginkan. Jumlah asam lemak trans akan meningkat akibat pengolahan hidrogenasi dengan pemanasan pada suhu tinggi.

Hidrogen adalah unsur paling melimpah dengan persentase kira-kira 75% dari total massa unsur alam semesta. Kebanyakan bintang dibentuk oleh hidrogen dalam keadaan plasma. Senyawa hidrogen relatif langka dan jarang dijumpai secara alami di Bumi, dan biasanya dihasilkan secara industri dari berbagai senyawa hidrokarbon seperti metana. Hidrogen juga dapat dihasilkan dari air melalui proses elektrolisis, namun proses ini secara komersial lebih mahal daripada produksi hidrogen dari gas alam.

Beberapa sifat fisika Hidrogen sebagai berikut:

Lambang	:H
Nomor Atom	: 1
Konfigurasi electron	:1s ¹
Massa atom relative	:1,008
Energy ionisasi/kJ mol ⁻¹	:1310
Kerapatan/g cm ⁻³	:0,00009
Titik didih/K	:20
Temperature kritik	:33
Jari-jari atom/nm	:0,037
Potensi elektroda standard/V	:0

Teknologi mengubah air menjadi bahan bakar, sudah banyak dilakukan penelitian oleh beberapa ilmuwan. Untuk menghasilkan sesuatu yang ideal tentang pengubahan air tersebut, masing-masing para ilmuwan menggunakan metode yang berbeda-beda. Sejatinya teori yang mengkaji tentang mengubah air menjadi bahan bakar memang sudah ada sejak puluhan tahun silam.

Hidrogen merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Hidrogen memiliki sifat yang sangat mudah terbakar. Produksi gas hidrogen dihasilkan menggunakan salah satu metodenya yaitu elektrolisis air. Pada proses ini penguraian senyawa air (H_2O) menjadi gas hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) dengan menggunakan listrik DC (Achmad H, 1992). Gas H_2 sangat potensial digunakan sebagai sumber energi karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca. Proses elektrolisis dalam mengurai senyawa air membutuhkan katalis untuk mempercepat reaksi agar meningkatnya produksi gas hidrogen.

Senyawa ionik yang dialiri arus listrik sehingga terjadi reaksi kimia merupakan proses Elektrolisis. terjadi ketika aliran arus listrik melalui senyawa ionik dan mengalami reaksi kimia. Elektron pada katoda akan diambil oleh ion, molekul, atau atom tertentu pada larutan, sedangkan elektron dilepas oleh spesi lainnya ke anoda. Setelah itu elektron akan mengalir ke katoda.

Pada anoda, dua molekul air lain terurai menjadi O_2 , melepaskan 4 ion H^+ serta mengalirkan elektron ke katoda. Sedangkan Pada katoda, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron, tereduksi menjadi H_2 dan OH^- . Ion H^+ dan OH^- akan terbentuk kembali menjadi beberapa molekul air karena netralisasi. Proses Elektrolisis ini akan menghasilkan hidrogen yang akan digunakan sebagai energi penghasil listrik melalui *fuel cell* untuk menggerakkan motor listrik pada moda transportasi *hydrogen* (Hasan dan Widayat, 2022).

2.2.1 Elektrolisis

Elektrolisis merupakan metode yang ditemukan oleh para ilmuwan, yakni untuk memutuskan ikatan pada dua senyawa yang terdapat pada air. KOH merupakan senyawa basa, jika dilarutkan ke dalam air maka akan membentuk larutan KOH. KOH tersebut akan menjadi katalisator yang berfungsi untuk mempermudah pemutusan ikatan gas hidrogen dan oksigen dalam air. Semakin besar konsentrasi larutan KOH ketika dielektrolisis, diduga semakin besar pula peluang untuk menghasilkan gas hidrogen dan oksigen dalam jumlah yang banyak. Begitu pula pengaruh arus yang diberikan oleh sumber tegangan. Semakin besar arus yang diberikan semakin banyak gelembung-gelembung yang muncul dari permukaan katoda. Gelembung-gelembung tersebut diduga merupakan proses pemutusan ikatan antara H₂ dan O₂ di dalam senyawa air sehingga H₂ dan O₂ semakin banyak.



Gambar 2.1 Alat Elektrolizer

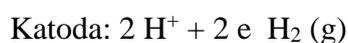
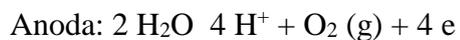
Metode pemisahan merupakan aspek penting dalam bidang kimia karena kebanyakan materi yang terdapat di alam berupa campuran. Untuk memperoleh materi murni dari suatu campuran, kita harus melakukan pemisahan. Berbagai teknik pemisahan dapat diterapkan untuk memisahkan campuran. Perusahaan air minum memperoleh air jernih dari air sungai dengan cara penyaringan pasir dan arang. Air murni untuk keperluan laboratorium atau farmasi diperoleh melalui teknik pemisahan destilasi. Untuk memisahkan minyak bumi menjadi komponen-komponennya seperti LPG, bensin, minyak tanah dilakukan dengan metode

destilasi bertingkat. Logam aluminium dipisahkan dari bauksit melalui teknik pemisahan elektrolisis .

Begitu juga dengan gas hidrogen dan oksigen dalam air dipisahkan dengan cara elektrolisis. Melalui teknik pemisahan, ternyata menghasilkan materi yang lebih penting dan lebih mahal harganya (Hendayana,2006 dalam Putra, 2012).

Alat elektrolisis terdiri atas sel elektrolisis yang berisi elektrolit (larutan atau leburan). Pada elektrolisis biasa kita selalu menggunakan elektroda yang sama dimasukkan dalam larutan yang bersangkutan. Pada elektrolisis yang menghasilkan H₂ dan O₂ ternyata timbulnya kedua gas ini baru mulai setelah Elektrolisis lebih besar dari 1,7 Volt .

Ada 2 prinsip yang khas dari elektrolisis yaitu kaitan antara beda potensial yang digunakan dan arus yang mengalir melalui sel elektrolisis. Serta discas yang selektif diantara ion-ion pada permukaan elektroda. Pada potensial-urai tiba-tiba bertambah, pada saat elektrolisis mulai berlangsung pada elektron. Menghasilkan hidrogen dan oksigen (Achmad,1992:92-93 dalam Putra, 2012).



2.2.2 Katalis

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri . Suatu katalis berperan dalam reaksi tapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk. Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau memungkinkan reaksi pada suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicunya terhadap pereaksi. Katalis

menyediakan suatu jalur pilihan dengan energi aktivasi yang lebih rendah. Katalis mengurangi energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi.



Gambar 2.2 Katalis

Katalis dapat dibedakan ke dalam dua golongan utama: katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fase berbeda dengan pereaksi dalam reaksi yang dikatalisinya, sedangkan katalis homogen berada dalam fase yang sama. Satu contoh sederhana untuk katalisis heterogen yaitu bahwa katalis menyediakan suatu permukaan di mana pereaksi-pereaksi (atau substrat) untuk sementara terjerap. Ikatan dalam substrat-substrat menjadi lemah sedemikian sehingga memadai terbentuknya produk baru. katan antara produk dan katalis lebih lemah, sehingga akhirnya terlepas. Katalis homogen umumnya bereaksi dengan satu atau lebih pereaksi untuk membentuk suatu perantara kimia yang selanjutnya bereaksi membentuk produk akhir reaksi, dalam suatu proses yang memulihkan katalisnya.

2.3 Bilangan Iodium (*Iodine Value*)

Bilangan iod (IV) merupakan suatu ukuran dari ketidakjenuhan minyak dan lemak. Bilangan iod adalah jumlah (gram) iod yang dapat diikat oleh 100 gram lemak (Ketaren, 2005 dalam Bilangan *et al.*, 2013). Parameter ini sangat penting di industri minyak sawit dan dapat digunakan sebagai panduan pada proses pengolahan minyak sawit. Metode yang umum untuk menentukan IV adalah Wijs dan selalu menjadi standar di dalam pengembangan beberapa metode analisa IV (Haryati T., Che Man YB., Ghazali HM. dan L., 1998).

Bilangan iod (IV) ditentukan dengan metode titrasi menggunakan pelarut dan membutuhkan waktu yang lama. Beberapa metode penentuan IV adalah *Wijs, Hanus, Hubl, Hoffman, Green, dan Rosenmund-Kuhnhenh*. Secara instrumental, IV ditentukan menggunakan *differential scanning calorimetry, H-nuclear magnetic resonance, near infrared spectroscopy, dan fourier transform infra red*.

Meskipun banyak metode yang telah dikembangkan, *Wij's* merupakan metode standar dan sangat luas digunakan. Analisis IV, MP dan SFC merupakan parameter penting di industri minyak sawit (MS) dan minyak inti sawit (MIS) yang dapat digunakan sebagai dasar dalam proses lanjutan seperti fraksinasi dan hidrogenasi. Ketiga parameter tersebut juga rutin ditentukan pada indsutri MS seperti industri margarin, *shortening*, dan *cocoa butter substitute*. Jika ketiga parameter tersebut ditentukan secara satu per satu akan membutuhkan waktu yang relatif lama dan tenaga kerja.

Sifat fisika kimia minyak dan lemak dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kandungan lemak padat (*solid fat content, SFC*), titik leleh (*melting point, MP*) dan bilangan iod (*iodine value, IV*). SFC adalah rasio dari padatan terhadap total lemak atau minyak yang dapat mempengaruhi kestabilan minyak dan lemak pada aplikasinya (Coupland, 2001; Karabulut et al, 2004). SFC dapat ditentukan menggunakan *spektroskopi pulsed nuclear magnetic resonance*.

Titik leleh (MP) dapat menentukan kualitas fisik lain seperti hardness dan karakteristik termal dari minyak dan lemak. MP dapat ditentukan dengan beberapa metode diantaranya AOCS Cc 3-25, British Standard 684 dan Indian Standard. Metode ini murah dan mudah dilakukan namun membutuhkan waktu yang lama dan tergantung pada observasi visual dari operator.

Metode lain adalah MP ditentukan berdasarkan komposisi asam lemak dan kapasitas elektriknya (*electric capacity*). Secara instrumental, MP ditentukan menggunakan *mettler dropping poin*, dan *differential scanning calorimetry* (Haryati, 1999b dalam Hasibuan dan Donald Siahaan, 2021).

Minyak sawit merupakan minyak yang diekstraksi dari bagian mesokarp buah sawit sedangkan minyak inti sawit diperoleh dengan cara ekstraksi bagian inti sawit. Karakteristik kedua jenis minyak tersebut berbeda. Minyak sawit merupakan

minyak palmitat karena memiliki kandungan asam palmitat yang tinggi. Sedangkan minyak inti sawit merupakan minyak laurat karena memiliki kandungan asam laurat yang tinggi. Minyak sawit memiliki asam lemak jenuh yang hampir berimbang dengan asam lemak tidak jenuh. Pada temperatur ruang 28-30°C minyak sawit berwujud semi padat. Sementara itu, Minyak inti sawit memiliki asam lemak jenuh yang lebih tinggi dibandingkan asam lemak tidak jenuh. Namun, pada temperatur ruang 28-30°C Minyak inti sawit berwujud cair.

Untuk aplikasi menjadi beberapa produk, Minyak Sawit dan Minyak Inti Sawit harus memiliki mutu yang baik dan disesuaikan dengan karakteristiknya. Produk pangan lebih dititik beratkan pada titik leleh, bilangan iod dan kandungan lemak padat sedangkan produk non pangan pada komposisi asam lemak (Elisabeth, 2009 dalam Hasibuan dan Donald Siahaan, 2021).

Tabel 2.1 Kandungan Lemak Padat

Sampel	IV	MP, °C	Kandungan Lemak Padat, SFC (%)					
			10°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
CKS	6,52 (5,80-7,23)	32,3 (28,0-36,1)	84,86 (81,42-87,33)	79,55 (76,36-81,84)	68,32 (65,27-70,29)	34,63 (30,23-39,86)	0,16 (0,03-0,32)	0
RKO	17,85 (16,05-19,23)	28,2 (27,8-28,6)	65,25 (62,92-67,67)	43,22 (41,99-44,74)	20,47 (18,71-21,90)	0,02 (0-0,15)	0	0
RKL	23,42 (21,20-24,82)	24,2 (21,0-26,0)	51,05 (50,12-52,60)	16,57 (14,61-17,74)	0,19 (0,09-0,32)	0	0	0
RKS	6,61 (5,80-7,21)	32,0 (28,0-36,1)	89,68 (87,67-91,82)	83,11 (81,23-84,39)	71,33 (69,33-72,98)	36,82 (33,86-40,31)	0,08 (0,02-0,46)	0
HPKO	1,60 (0,42-2,92)	39,8 (33,8-40,6)	94,84 (92,45-97,00)	81,29 (73,23-90,97)	58,54 (48,76-68,68)	28,19 (19,88-35,99)	11,12 (4,88-17,64)	4,25 (0,23-8,24)
HPKL	3,08 (0,42-9,78)	37,4 (35,0-41,8)	93,94 (91,09-95,88)	75,62 (65,37-80,91)	54,29 (38,25-61,98)	29,79 (15,12-38,78)	15,47 (5,46-22,63)	6,73 (0,54-10,96)
HPKS	0,05 (0,01-0,11)	35,0 (34,0-38,0)	96,74 (96,12-97,45)	95,40 (94,83-95,90)	90,15 (89,07-91,60)	52,28 (46,51-59,43)	2,31 (0,70-3,84)	0,04 (0-0,12)

Keterangan: CKS: *crude palm kernel stearin*, RKO: *refined bleached deodorized palm kernel oil*, RKL: *refined bleached deodorized palm kernel olein*, RKS: *refined bleached deodorized palm kernel stearin*, HPKO: *hydrogenated palm kernel oil*, HPKL: *hydrogenated palm kernel olein*, HPKS: *hydrogenated palm kernel stearin*: PO: *palm oil*, PKO: *palm kernel oil*.

Minyak sawit merupakan minyak palmatik sedangkan minyak inti kelapa sawit merupakan minyak laurik. Turunan minyak sawit memiliki titik leleh dan bilangan iod yang lebih tinggi dibandingkan turunan minyak inti kelapa sawit. Hal ini disebabkan oleh minyak sawit mengandung asam palmitat tinggi sedangkan minyak inti kelapa sawit mengandung asam laurat tinggi. Asam palmitat memiliki titik leleh yang lebih tinggi dibandingkan asam laurat. Proses hidrogenasi minyak dan lemak akan merubah asam lemak tidak jenuh seperti asam oleat, linoleat dan linolenat menjadi asam stearat (asam lemak jenuh) sehingga titik leleh produk terhidrogenasi menjadi lebih tinggi. Semakin tingginya titik leleh maka kandungan lemak padat juga semakin tinggi namun bilangan iod rendah (Hasibuan dan Donald Siahaan, 2021). Analisa yang biasa dilakukan di laboratorium untuk minyak biji kelapa sawit :

2.3.1 Analisis bilangan iod (*Iodine Value*, IV) .

Bilangan iod (IV) menunjukkan derajat ketidakjenuhan minyak dan lemak yang mengekspresikan jumlah yodium yang dapat diadsorpsi. IV dapat digunakan untuk memprediksi sifat fisika kimia minyak dan lemak seperti stabilitas oksidasi dan titik leleh. Wujud minyak dan lemak juga dapat ditentukan sesuai IV yang dimilikinya. Minyak dan lemak yang memiliki IV rendah berwujud padat sedangkan IV tinggi berwujud cair.

Bilangan iod (IV) ditentukan dengan metode titrasi menggunakan pelarut dan membutuhkan waktu yang lama. Beberapa metode penentuan IV adalah *Wijs*, *Hanus*, *Hubl*, *Hoffman*, *Green*, dan *Rosenmund-Kuhnhen*. Secara instrumental, IV ditentukan menggunakan *differential scanning calorimetry*, *H-nuclear magnetic resonance*, dan *near infrared spectroscopy*.

Prosedur penentuan bilangan iod yang dilakukan adalah sebagai berikut: Minyak dipanaskan hingga mencair dan homogen. Minyak ditimbang dengan berat tertentu ke dalam labu yang bertutup. Ke dalam labu ditambahkan sikloheksan:asam asetat (1:1) dan diaduk untuk memastikan bahwa sampel sudah larut sempurna. Ke dalam labu ditambahkan 10 mL larutan *Wijs* lalu labu ditutup dan diaduk agar tercampur merata. Labu disimpan dalam ruang bebas cahaya selama 30 menit pada suhu kamar. Ke dalam labu ditambahkan 10 mL larutan KI

dan 100 mL akuades lalu dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N secara perlahan. Titrasi dilanjutkan hingga diperoleh warna kuning hampir hilang kemudian ditambahkan 1-2 mL larutan kanji dan dilanjutkan titrasi sampai warna biru tepat hilang. Untuk setiap jenis sampel digunakan sebuah blanko dengan cara dan perlakuan yang sama seperti sampel.

2.3.2 Titik leleh (*Melting Point*, MP)

Titik leleh adalah temperatur senyawa padat dimana benda tersebut akan berubah wujud menjadi zat cair. Pada senyawa dengan berat molekul hampir sama senyawa lebih polar dan struktur molekulnya lebih simetris mempunyai titik leleh yang lebih tinggi. Titik leleh senyawa murni ditentukan dengan pengamatan temperatur saat terjadi perubahan padatan dan cairan. Sejumlah kecil zat padat diletakkan dalam tabung kapiler gelas dan dipanaskan merata. Pertama diamati temperatur saat mulai terbentuk cairan kemudian temperature saat padatan berubah menjadi cairan semua. Rentang temperature yang tidak begitu jauh menunjukkan kemurnian padatan tersebut. Titik leleh yang ada pada literature biasanya dalam bentuk range titik leleh. Sampel senyawa murni biasanya hanya terdiri atas satu bentuk kristal dan meleleh pada temperature dengan range kurang dari 1°C . Besar daerah titik leleh atau range lebih 1°C menunjukkan adanya pengotor. Campuran zat padat pada umumnya menunjukkan daerah titik leleh teoritis pada asam asetat adalah $101,5^\circ\text{C}$.

Percobaan untuk pengujian titik leleh dilakukan dengan cara berikut. Minyak dipanaskan hingga mencair dan homogen. Pipa kapiler dicelupkan (3 buah) ke dalam minyak dengan ketinggian ± 10 mm. Pipa kapiler didinginkan di dalam lemari es suhu $4-10^\circ\text{C}$ selama 16 jam. Titik leleh sampel diukur dengan alat beaker glass berisi air bersuhu $8-10^\circ\text{C}$ yang dilengkapi termometer dimana ujung bawah pipa kapiler sama tingginya dengan ujung termometer. *Beaker glass* dipanaskan secara perlahan dengan kenaikan suhu 1°C tiap menit sampai titik lebur yang diharapkan dapat dicapai.

Berikut merupakan rumus pencapaian temperatur dari analisis nilai IV:

$$(\text{IV Feed} - \text{IV Target}) \times 1,8 + \text{Temp. awal}$$

2.3.3 Kandungan lemak padat (*Solid Fat Content*, SFC)

Minyak dipanaskan hingga mencair dan homogen. Minyak dimasukkan ke dalam tabung SFC sekitar ± 1 cm sebanyak 12 tabung (2 tabung untuk masing-masing suhu). Tabung ditempatkan ke dalam *waterbath* bersuhu 100 °C selama 15 menit. Tabung dipindahkan ke *waterbath* bersuhu 60 °C selama 5 menit. Tabung dipindah ke *waterbath* bersuhu 0 °C selama ± 2 menit. Tabung dipindah ke *waterbath* dengan suhu yang diinginkan misalnya 10, 20, 25, 30, 35, 40 °C dan dibiarkan selama 30-35 menit. SFC diukur dengan memasukkan tabung ke dalam *holder* pada alat NMR yang sebelumnya di-*setting* sesuai *Non Stab AOCs method*.

2.3.4 Penentuan Persamaan Regresi IV-SFC dan MP-SFC

Hubungan antara SFC dengan IV dan SFC dengan MP ditentukan dengan *regresi stepwise (stepwise regression)* menggunakan analisis statistik menggunakan *software* MINITAB versi 15. Dihipotesiskan bahwa, IV dan MP dapat diprediksi dari data SFC dan metode NMR dapat digunakan untuk menentukan IV dan MP minyak sawit (MS), minyak inti sawit (MIS) dan fraksifraksinya (AOCS, 1997 Dalam Hasibuan dan Donald Siahaan, 2021)

2.4 *Analysis of Variance* (ANOVA)

Analysis of Variance merupakan metode untuk menguji hubungan antara satu variabel (skala metrik) dengan satu atau lebih variabel (skala nonmetrik atau kategorikal dengan kategori lebih dari dua). Hubungan antara satu variabel dependen dengan satu variabel independen one way ANOVA.

ANOVA digunakan untuk mengetahui pengaruh utama (*main effect*) dan pengaruh interaksi (*interaction effect*) dari variabel independen kategorikal terhadap variabel dependen metrik sedangkan pengaruh interaksi adalah pengaruh bersama atau *joint effect* dua atau lebih variabel independen terhadap variabel dependen. Asumsi *Analysis of Variance* menjelaskan beberapa asumsi yang harus dipenuhi untuk dapat menggunakan uji statistik ANOVA di dalam bukunya yang berjudul “Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS (*Statistical Packages for the Social Sciences*) (Ghozali 2006 dalam Dastiana, 2013).

2.4.1 ANOVA 1 Arah (*One-Way ANOVA*)

Tujuan utama dari ANOVA adalah untuk membandingkan mean dari tiga kelompok atau lebih, untuk memberikan informasi apakah perbedaan yang teramati (*observed differences*) antar kelompok tersebut terjadi karena kebetulan (*chance*) atau karena suatu pengaruh tertentu yang bersifat sistematis (*systematic effect*). Analisis Varians (ANOVA) mensyaratkan adanya Variabel Dependen (DV) yang memiliki skala interval atau rasio dan satu atau lebih Variabel Independen (IV) yang seluruhnya bersifat kategori atau yang merupakan kombinasi dari variabel bersifat kategorik dengan variabel berskala interval atau rasio.

ANOVA berusaha membandingkan variabilitas skor yang terjadi dalam suatu kelompok (*within group*, yakni variabilitas yang disebabkan oleh *sampling error* itu sendiri) dengan variabilitas yang terjadi antar kelompok (*between group*, yakni variabilitas yang disebabkan karena efek dari suatu perlakuan/treatment dan variabilitas yang disebabkan karena *sampling error*).

Konsep ANOVA sesungguhnya hampir sama dengan t-test, hanya saja ANOVA biasanya membedakan lebih dari dua kelompok. Pada ANOVA kita biasanya akan melakukan apa yang disebut Post hoc test. Hal ini dilakukan untuk membandingkan satu kelompok dengan kelompok lainnya satu per satu dan tidak secara bersamaan. Proses ini pada dasarnya sama dengan uji beda t-test. Adapun metode-metode dalam post hoc test tergolong banyak sekali jumlahnya.

2.4.2 Anova 2 Arah (*Two Way Anova*)

Uji Anova dua arah disebut juga Faktorial Anova, yang bermanfaat untuk menguji beberapa hipotesis mengenai perbedaan mean dalam desain faktorial (variabel independen ≥ 2 , sehingga terdapat ≥ 4 kelompok dalam desain tersebut) Persyaratan utama dari desain ini adalah :

1. Terdapat dua variabel independent, yang mana masing-masing variabel independent tersebut memiliki dua atau lebih level/kelompok. Dua variabel independent tersebut diasumsikan saling bersilangan satu sama lain.
2. Level atau kelompok dalam masing-masing variabel independen dapat berbeda baik secara kuantitatif maupun kualitatif.

3. Subyek hanya boleh muncul dalam satu sel desain faktorial sekali saja.

Tujuan dari Anova dua arah ini adalah untuk membandingkan nilai mean dari empat atau lebih kelompok dalam suatu desain faktorial, sehingga dapat diketahui:

1. Apakah perbedaan mean yang ada, terjadi karena kebetulan, ataukah merupakan pengaruh dari faktor pertama (main *effect* untuk faktor A).
2. Apakah perbedaan mean yang ada, terjadi karena kebetulan, ataukah merupakan pengaruh dari faktor kedua (main *effect* untuk faktor B).
3. Apakah perbedaan mean yang ada, terjadi karena kebetulan, ataukah merupakan pengaruh dari interaksi antara faktor pertama dengan faktor kedua (*interaction effect*).

Seringkali ada yang mengajukan pertanyaan, mengapa peneliti tidak melakukan suatu riset yang berbeda untuk masing-masing variabel. Hal tersebut tidak dilakukan dengan alasan untuk:

1. Menghemat waktu dan sumber daya
2. Memperoleh informasi yang lebih lengkap dari desain faktorial, karena informasi ini tidak dapat diprediksi dari pengaruh faktor 1 dan faktor 2 secara independent.
3. Estimasi dari varians error akan lebih akurat dalam desain faktorial dibandingkan dengan desain Anova satu arah.

Dalam anova satu arah, total variabilitas antar skor dibagi ke dalam 2 sumber variabilitas yang bersifat independent. Yaitu variabilitas dalam kelompok (*within-group variability*) dan variabilitas antar kelompok atau (*between group variability*).

Total *variability* = *variability between group* + *variability within group (error)*.

Sedangkan dalam anova dua arah, sumber variabilitasnya dibagi ke dalam 4 sumber

Total variabilitas = variabilitas karena faktor A + variabilitas karena faktor B + variabilitas karena interaksi A&B + variabilitas dalam kelompok (error).

2.4.3 Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi, variabel pengganggu atau residual memiliki distribusi normal atau tidak (Siregar, 2015:49 dalam Permatasari, 2021). Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov* diolah dengan SPSS versi 21.

Adapun rumus Normalitas manual Shapiro Wilk:

$$T_3 = \frac{1}{D} \left[\sum_{i=1}^k ai(Xn - i + 1 - Xi) \right]^2$$

Dapat dilihat bahwa:

D = Coefficient Test Shapiro Wilk

X_{n-i-1} = angka ke $n - i + 1$ pada data

X_i = angka ke i pada data

Pengambilan kesimpulan hasil uji normalitas dapat dilihat:

- Jika nilai signifikansi $> 0,05$, maka dinyatakan data berdistribusi normal.
- Jika nilai signifikansi $< 0,05$, maka dinyatakan data berdistribusi tidak normal.

Tabel 2.2 Normality

		Tests of Normality					
Produk		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Minyak		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kenaikan	Cream 400	.291	5	.195	.912	5	.479
Temperatur	Cream 360	.213	5	.200*	.939	5	.656
	Cream 320	.201	5	.200*	.940	5	.663

Sumber : *Output SPSS 25*

Berdasarkan output tabel 2.2 menunjukkan bahwa nilai signifikansi sebesar 0,195 untuk Minyak Cream 400, 0,200 untuk 360, dan 0,200 untuk cream 320 hal ini menunjukkan hasil nilai lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data ketiga variabel yang diuji dinyatakan berdistribusi normal.

2.4.4 Uji homogenitas

Uji homogenitas digunakan sebagai bahan acuan untuk menentukan keputusan uji statistik. Menurut (Widiyanto, 2010 dalam Permatasari, 2021) dasar atau pedoman pengambilan keputusan dalam uji homogenitas adalah sebagai berikut:

- Jika nilai signifikan atau Sig. < 0,05, maka dikatakan bahwa varians dari dua atau lebih kelompok populasi data adalah tidak sama (tidak homogen)
- Jika nilai signifikan atau Sig. > 0,05, maka dikatakan bahwa varians dari dua atau lebih kelompok populasi data adalah sama (homogen).

Perhitungan homogenitas secara manual sebagai berikut:

$$W \text{ hitung} = \frac{(N - k) \sum_{i=1}^k n_i (\hat{z}_i - z \dots)^2}{(k - 1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (z_{ij} - \hat{z}_i \dots)^2}$$

Keterangan:

n = jumlah perlakuan

k = banyak kelompok

z_{ij} = $|y_{ij} - \bar{y}_i|$

\bar{y}_i = rata-rata dari kelompok ke - i

\hat{z}_i = rata-rata dari kelompok z_i

$\hat{z}_i \dots$ = rata-rata menyeluruh dari z_{ij}

Tabel 2.3 Hasil Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Kenaikan Temperatur Based on Mean	1.900	2	12	.192

Sumber : *Output SPSS 25*

Berdasarkan hasil output tabel 2.3, variabel Standar Operasional Prosedur diperoleh nilai signifikansi lebih dari 0,05 yaitu sebesar 0,192 menunjukkan variabel homogen.

2.4.5 Uji Signifikansi

Untuk uji signifikansi, maka variabel harus mengikuti distribusi normal multivariate. Variabel dependen terdistribusi secara normal dalam setiap kategori

variabel independen. ANOVA masih tetap robust walaupun terdapat penyimpangan asumsi multivariate normality. SPSS memberikan uji *Boxplot Test of The Normality Assumption* Dastiana, 2013 juga menjelaskan bahwa *analysis of variance* yang digunakan untuk membandingkan nilai rata-rata tiga atau lebih sampel yang tidak berhubungan pada dasarnya adalah menggunakan F Test, yaitu estimate between groups variance (atau *mean-squares*) dibandingkan dengan *estimate within groups variance*.

Dan dapat dihitung dengan rumus:

$$JKT = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{N}$$

$$JKA = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i)^2$$

$$JKG = JKT - JKA$$

$$DKT = N - 1$$

$$DKA = k - 1$$

$$DKG = DKT - DKA$$

Rerata Jumlah Kuadrat Total

$$RJKT = \frac{JKT}{DKT}$$

$$RJKA = \frac{JKA}{DKA}$$

$$RJKG = \frac{JKG}{DKG}$$

Menghitung Nilai F

$$F \text{ hitung} = \frac{RJKA}{RJKG}$$

Dimana :

JKT = Jumlah Kuadrat Total

JKA = Jumlah Kuadrat Antara

JKG = Jumlah Kuadrat Galat

DKT = Derajat Kebebasan Total

DKA = Derajat Kebebasan Antara

DKG = Derajat Kebebasan Galat

RJKT = Rerata Jumlah Kuadrat Total

RJKA = Rerata Jumlah Kuadrat Antara

RJKG = Rerata Jumlah Kuadrat Galat

2.5 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Penelitian	Tahun	Judul	Isi
1.	Kartika <i>et al.</i> ,	2010	Pemanfaatan Katalis Ni/Zeolit Pada Hidrogenasi Katalitik Metil Palmitat Menjadi Setil Alkohol	Reaksi hidrogenasi umumnya menggunakan katalis heterogen berupa logam dari golongan transisi seperti Pd, Pt, Ni, Cu, dan Mo. Katalis Cu-Cr, Ni digunakan dalam proses hidrogenasi ester pada temperatur 200 °C, dan tekanan tinggi menghasilkan suatu alkohol. Dalam penelitian ini dilakukan optimasi reaksi hidrogenasi katalitik metil palmitat menjadi setil alkohol menggunakan katalis Ni/Zeolit dengan variasi laju alir gas hidrogen dan jumlah katalis, sehingga dapat diperoleh aktivitas katalitik yang maksimal. Laju alir gas hidrogen yang digunakan yaitu 20, 40, 60 mL/menit dan variasi jumlah katalis 5, 10, 15 gram. Komposisi produk yang diperoleh dianalisis menggunakan Gas Chromatography (GC) dan Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS). Kromatogram produk hidrogenasi katalitik mempunyai tiga puncak dominan yaitu dengan waktu retensi 12,851; 13,460 dan 13,813 yang mendekati waktu retensi dari kromatogram standar setil alkohol, metil palmitat dan asam palmitat yaitu 12,914; 13,381 dan 13,753. kromatogram konversi metil palmitat menjadi setil alkohol pada suhu 400 °C dengan laju alir gas hidrogen 20 mL/menit, 5 gram katalis Ni/Zeolit dan tekanan 1 atm. Pengaruh antara variabel jumlah katalis maupun laju alir H ₂ terhadap konversi metil palmitat menjadi setil alkohol dilakukan dengan membuat konstan, temperatur (400 °C), jumlah umpan metil palmitat (10 g), dan tekanan (1 atm). Data pengaruh jumlah katalis dan laju alir H ₂ terhadap konversi produk hidrogenasi katalitik dengan katalis Ni/Zeolit.
2.	Hasibuan dan Donald Siahaan,	2013	Penentuan Bilangan Iod Dan Titik Leleh Berdasarkan Kandungan Lemak Padat Minyak Sawit Dan Minyak Inti Sawit (Uji Banding Terhadap Metode Standar Aocs)	Bilangan iod (iodine value, IV), titik leleh (melting point, MP) dan kandungan lemak padat (solid fat content, SFC) merupakan parameter mutu yang rutin ditentukan di industri hilir minyak sawit (MS) dan minyak inti sawit (MIS). Ketiga parameter tersebut ditentukan secara terpisah dan waktu yang digunakan untuk memperoleh data cukup lama. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ada hubungan antara IV, MP dan SFC namun belum ada suatu persamaan regresi yang menjadi suatu standar baku. Sehingga penelitian ini dilakukan untuk menentukan persamaan regresi dari IV-SFC dan MP-SFC.

				<p>Penelitian ini diharapkan dapat menjadi metode standar sekunder penentuan IV dan MP yang relatif cepat dan efisien. Pada penelitian ini IV, MP dan SFC produk turunan MS dan MIS ditentukan dan dikorelasikan antara IV-SFC dan MP-SFC. Hasil korelasi IV dan MP dengan SFC diperoleh koefisien korelasi (R^2) yang tinggi ($R^2 > 0,98$). Uji validasi persamaan di atas dengan metode standar AOCS menunjukkan tidak berbeda signifikan. Dengan demikian, persamaan di atas dapat dijadikan sebagai standar baku dan diaplikasikan untuk kontrol mutu.</p>
3.	Putra	2010	<p>Analisis Produktifitas Gas Hidrogen Dan Gas Oksigen Pada Elektrolisis Larutan Koh</p>	<p>Konsentrasi larutan merupakan nilai kepekatan kandungan zat atau senyawa yang dilarutkan ke dalam air. Semakin banyak zat atau senyawa yang dilarutkan ke dalam air maka akan semakin pekat larutan tersebut. Semakin besar konsentrasi larutan dapat menghasilkan H_2 dan O_2 dalam jumlah yang banyak hal yang harus dilakukan adalah dengan memperbesar konsentrasi larutan. Begitu pula dengan arus. Besarnya arus sangat mempengaruhi proses terjadinya elektrolisis. Arus yang pada umumnya kurang dari 1 A sangat sulit dijumpai gelembung-gelembung yang muncul pada permukaan elektroda. Semakin besar arus yang diberikan maka semakin cepat munculnya gelembung-gelembung di permukaan elektroda. Gejala ini berarti menunjukkan semakin besar arus yang diberikan ketika proses elektrolisis maka semakin besar pula volume gas yang dihasilkan. Sehingga untuk menghasilkan H_2 dan O_2 dalam jumlah yang banyak hal yang harus dilakukan adalah dengan memperbesar arus.</p>
4.	Oktivani, Hudaya dan Soerawidjaja,	2011	<p>Hidrogenasi Elektrokimia Minyak Nabati</p>	<p>Hidrogenasi dilakukan pada minyak kedelai dan minyak kemiri sunan (Reutalis trisprema) sehingga angka iodiumnya turun, dari nilai masing-masing 119,5 dan 120,1, sampai ke sekitar 85 (yaitu angka iodium asam oleat). Penelitian menyelidiki pengaruh variasi konsentrasi larutan elektrolit kalium format (2,5 ; 5; 7,5; 10 M) dengan pengambilan sampel pada 6 dan 12 jam waktu reaksi. Penurunan angka iodium hingga mendekati angka iodium asam oleat dicapai dengan waktu reaksi 5,2 jam dengan konsentrasi 7,5 M KCOOH; angka iodium akhir dari minyak kedelai dan minyak kemiri sunan hasil hidrogenasi adalah masing-masing 78,6 dan</p>

				78.7. Hasil-hasil ini menunjukkan bahwa metode hidrogenasi elektrokimia memang potensial untuk dapat diterapkan dengan baik untuk menurunkan angka iodium minyak kedelai dan minyak kemiri sunan.
5.	Nainggolan, Tirto Prakoso dan Meiti Pratiwi,	2023	Hidrogenasi Hidrotermal Katalitik Asam Oleat dengan Produksi Hidrogen secara in-situ Menggunakan Katalis NiO/ γ -Al ₂ O ₃	Reaksi hidrogenasi adalah salah satu reaksi yang sangat penting bagi industri oleokimia untuk mengubah asam- asam lemak tak jenuh menjadi asam lemak jenuh dan turunannya. Kebutuhan hidrogen dalam jumlah besar pada reaksi hidrogenasi akan menjadi suatu masalah dalam hal ketersediaan hidrogen dan keekonomisannya. Teknologi hidrotermal katalitik menawarkan beberapa keuntungan diantaranya dapat memproduksi hidrogen secara in-situ. Fokus penelitian ini adalah untuk untuk mengevaluasi pengaruh penambahan muatan logam pada katalis, pengaruh penambahan timah pada katalis NiO/ γ -Al ₂ O ₃ dan pengaruh penambahan gliserol sebagai sumber produksi H ₂ secara in-situ terhadap konversi hidrogenasi asam oleat. Katalis dibuat dengan metode impregnasi kering. Karakterisasi XRD, XRF dan BET pada katalis mengkonfirmasi keberadaan logam Ni dan Sn pada katalis. Konversi Hidrogenasi pada reaksi tanpa gliserol menggunakan katalis NiO/ γ -Al ₂ O ₃ pada 300oC selama 6 jam tidak menunjukkan perubahan yang signifikan dengan penambahan muatan logam. Namun, penambahan logam Sn meningkatkan selektivitas produksi H ₂ in-situ yang digunakan untuk menghidrogenasi asam oleat dengan konversi hidrogenasi sebesar 36%. Penambahan gliserol pada reaktan juga meningkatkan konversi hidrogenasi dibandingkan dengan reaksi tanpa gliserol.